

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-342305

(43)Date of publication of application : 24.12.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/60

(21)Application number : 04-149340

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 09.06.1992

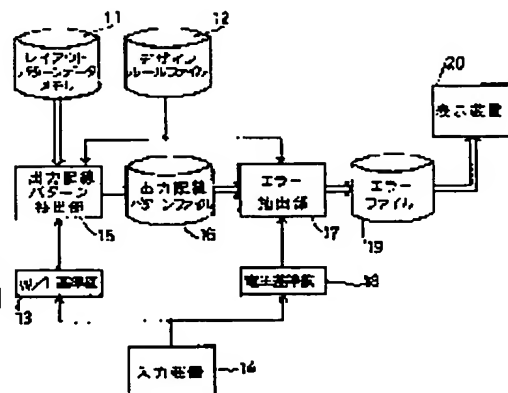
(72)Inventor : IKEDA MINORU
MUNAKATA KONIN

(54) CROSSTALK VERIFYING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the crosstalk verifying device which automatically verifies the presence absence of a dangerous part where crosstalk may occur.

CONSTITUTION: An error extracting part 17 processes coordinate data of an output wiring pattern in an output wiring pattern file 16 while referring to contents of a design rule file 12 and a voltage reference value 18 of crosstalk noise to calculate the inter-wiring capacity of an overlap/parallel part between the output wiring or a transistor TR which is apt to have an influence of crosstalk and that of a TR which is apt to be affected by crosstalk, and the magnitude of the crosstalk is operated based on this inter-wiring capacity, and a part is specified where this magnitude exceeds the voltage reference value 18, and specified coordinate data is given as error information to an error file 19. Thus, the crosstalk is automatically verified exactly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.09.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.03.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2824361

[Date of registration] 04.09.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-06027

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 16.04.1998

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-342305

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 15/60

識別記号

3 7 0 A 7922-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 29 頁)

(21)出願番号 特願平4-149340

(22)出願日 平成4年(1992)6月9日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 池田 稔

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機

株式会社北伊丹製作所内

(72)発明者 宗像 恒任

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機

株式会社北伊丹製作所内

(74)代理人 弁理士 高田 守

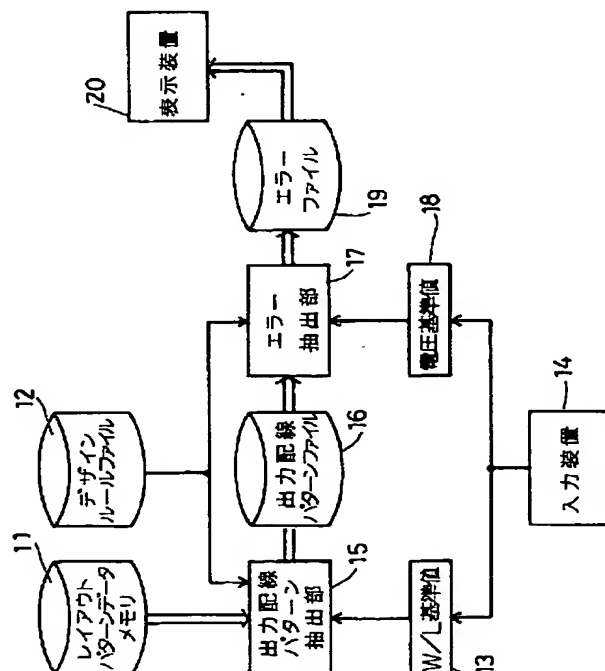
(54)【発明の名称】 クロストーク検証装置

(57)【要約】

【目的】 自動的にクロストークの発生危険箇所の有無の検証を行うことができるクロストーク検証装置を得る。

【構成】 エラー抽出部17は、デザインルールファイル12、クロストークノイズの電圧基準値18の内容を参照しつつ、出力配線パターンファイル16内の出力配線パターンの座標データを処理することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を求め、この配線間容量に基づきクロストークノイズの大きさを演算し、このクロストークノイズの大きさが電圧基準値18以上となる部分を特定し、特定した座標データをエラー情報としてエラーファイル21に与える。

【効果】 クロストークの正確な自動検証が可能となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、

クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに関する第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する第1の記憶手段と、

前記第1、第2の付与手段及び前記第1の記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンのデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、

クロストークノイズの大きさに関する第3の基準を記憶する第2の記憶手段と、

前記第1の抽出手段及び前記第2の記憶手段に接続され、前記出力配線パターンのデータに基づき、前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線と前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を算出し、該配線間容量に基づき、前記第2の基準を満たすトランジスタの出力信号の立ち上がり時及び立ち下がり時に生じるクロストークノイズの大きさを求め、該クロストークノイズの大きさが前記第3の基準を越えると、前記重なり／平行部分をエラー箇所として抽出する第2の抽出手段と、

前記第2の抽出手段に接続され、前記エラー箇所を目視可能に表示する表示手段とを備えるクロストーク検証装置。

【請求項2】 被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、

クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに関する第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する記憶手段と、

前記第1、第2の付与手段及び前記記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンのデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、

前記第1の抽出手段に接続され、前記出力配線パターンのデータから、前記第2の基準を満たすトランジスタの

2

出力配線との重なり／平行部分を有する前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線における時定数に基づき、所定の基準に従って、クロストーク検証を行う必要のある出力配線パターンを特定し、該特定した出力配線パターンの等価回路を被シミュレーション回路として抽出する第2の抽出手段と、

前記第2の抽出手段に接続され、前記被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行してクロストークノイズ検証を行うシミュレーション実行手段とを備えたクロストーク検証装置。

【請求項3】 被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、

クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに関する第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する第1の記憶手段と、

前記第1、第2の付与手段及び前記第1の記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンのデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、

クロストークノイズの大きさに関する第3の基準を記憶する第2の記憶手段と、

クロストークノイズの大きさに関する第4の基準を記憶する第3の記憶手段と、

前記第1の抽出手段及び前記第2の記憶手段に接続され、前記出力配線パターンのデータに基づき、前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線と前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を求め、該配線間容量に基づき、前記第2の基準を満たすトランジスタの出力信号の立ち上がり時及び立ち下がり時に生じるクロストークノイズの大きさを求め、該クロストークノイズの大きさが前記第3の基準を越えると、前記重なり／平行部分及びその周辺部からなる回路を被シミュレーション回路として抽出する第2の抽出手段と、

前記第2の抽出手段に接続され、前記被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行してシミュレーション結果クロストークノイズを算出するシミュレーション実行手段と、

前記シミュレーション実行手段及び前記第3の記憶手段に接続され、前記シミュレーション結果クロストークノイズの大きさが前記第4の基準を越えると、前記被シミュレーション回路の重なり／平行部分をエラー箇所として抽出する第3の抽出手段と、

3

前記第3の抽出手段に接続され、前記エラー箇所を目視可能に表示する表示手段とを備えたクロストーク検証装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、設計された大規模集積回路のレイアウトパターンについて、クロストークの発生危険箇所の有無を自動的に検証するクロストーク検証装置に関する。

【0002】

【従来の技術】集積回路において、低出力インピーダンスのトランジスタは駆動能力が大きいため、そのトランジスタの出力配線上の出力波形は急峻となり、結果として大きな高周波成分を含むことになる。したがって、他の配線に対し、クロストークの影響を与えやすい。一方、高出力インピーダンスのトランジスタは駆動能力が小さいので、そのトランジスタの出力配線上にノイズが乗った場合にこれを打消す力が弱い。したがって、他の配線からのクロストークの影響を受け易い。従来、設計された大規模集積回路のレイアウトパターンについて、クロストークの発生危険箇所の有無の確認は、設計者が目視で行っていた。すなわち、設計者は、レイアウトパターンを目視で追いながら、クロストークの影響を与え易い低出力インピーダンスのトランジスタとクロストークの影響を受け易い高出力インピーダンスのトランジスタとをパターン中で識別し、かつ、それらのトランジスタの出力配線を追跡することにより、クロストークの発生し易い出力配線の組合せと場所とを推定していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような設計者の目視による検証では、設計者にかかる負担が非常に大きいという問題点があった。また、目視による推定であるため、クロストークの発生危険箇所を見逃すことも多いという問題点もあった。

【0004】さらに、将来における集積回路の規模のさらなる拡大やパターンのさらなる微細化を考えると、設計者の目視による検証では益々、クロストークの正確な検証が困難になると予想される。

【0005】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、大規模集積回路のレイアウトパターンについて、自動的にクロストークの発生危険箇所の有無の検証を行うことができるクロストーク検証装置を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる請求項1記載のクロストーク検証装置は、被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに關

4

る第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する第1の記憶手段と、前記第1、第2の付与手段及び前記第1の記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、クロストークノイズの大きさに関する第3の基準を記憶する第2の記憶手段と、前記第1の抽出手段及び前記第2の記憶手段に接続され、前記出力配線パターンのデータに基づき、前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線と前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を算出し、該配線間容量に基づき、前記第2の基準を満たすトランジスタの出力信号の立ち上がり時及び立ち下がり時に生じるクロストークノイズの大きさを求め、該クロストークノイズの大きさが前記第3の基準を越えると、前記重なり／平行部分をエラー箇所として抽出する第2の抽出手段と、前記第2の抽出手段に接続され、前記エラー箇所を目視可能に表示する表示手段とを備えて構成される。

【0007】この発明にかかる請求項2記載のクロストーク検証装置は、被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに関する第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する記憶手段と、前記第1、第2の付与手段及び前記記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンのデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、前記第1の抽出手段に接続され、前記出力配線パターンのデータから、前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線との重なり／平行部分を有する前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線における時定数に基づき、所定の基準に従って、クロストーク検証を行う必要のある出力配線パターンを特定し、該特定した出力配線パターンの等価回路を被シミュレーション回路として抽出する第2の抽出手段と、前記第2の抽出手段に接続され、前記被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行してクロストークノイズ検証を行うシミュレーション実行手段とを備えて構成される。

【0008】この発明にかかる請求項3記載のクロスト

5

ーク検証装置は、被検証レイアウトパターンを規定したレイアウトパターンデータを付与する第1の付与手段と、前記被検証レイアウトパターンに関するデザインルールを付与する第2の付与手段と、クロストークの影響を与え易いトランジスタのサイズに関する第1の基準とクロストークの影響を受け易いトランジスタのサイズに関する第2の基準とを記憶する第1の記憶手段と、前記第1、第2の付与手段及び前記第1の記憶手段に接続され、前記デザインルール及び前記第1、第2の基準を参照しつつ前記レイアウトパターンデータを処理することにより、前記被検証レイアウトパターン中のトランジスタのうち前記第1の基準を満たすトランジスタと前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線パターンのデータを前記レイアウトパターンデータから抽出する第1の抽出手段と、クロストークノイズの大きさに関する第3の基準を記憶する第2の記憶手段と、クロストークノイズの大きさに関する第4の基準を記憶する第3の記憶手段と、前記第1の抽出手段及び前記第2の記憶手段に接続され、前記出力配線パターンのデータに基づき、前記第1の基準を満たすトランジスタの出力配線と前記第2の基準を満たすトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を求め、該配線間容量に基づき、前記第2の基準を満たすトランジスタの出力信号の立上り時及び立下り時に生じるクロストークノイズの大きさを求め、該クロストークノイズの大きさが前記第3の基準を越えると、前記重なり／平行部分及びその周辺部からなる回路を被シミュレーション回路として抽出する第2の抽出手段と、前記第2の抽出手段に接続され、前記被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行してシミュレーション結果クロストークノイズを算出するシミュレーション実行手段と、前記シミュレーション実行手段及び前記第3の記憶手段に接続され、前記シミュレーション結果クロストークノイズの大きさが前記第4の基準を越えると、前記被シミュレーション回路の重なり／平行部分をエラー箇所として抽出する第3の抽出手段と、前記第3の抽出手段に接続され、前記エラー箇所を目視可能に表示する表示手段とを備えて構成される。

【0009】

【作用】この発明における請求項1記載のクロストーク検証装置においては、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に、第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンの重なり／平行部分の配線間容量が求められ、この配線間容量に基づきクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力信号の立上り時及び立下り時に生じるクロストークノイズの大きさが算出され、算出されたクロストークノイズの大きさが第3の基準値を越えると、エラ

6

ー箇所として抽出される。そして、表示手段によりエラー箇所が目視可能に表示されることにより、クロストークの自動検証が可能となる。

【0010】また、この発明における請求項2記載のクロストーク検証装置においては、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に、第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンから、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線を有するクロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数が求められ、この時定数に基づき所定の基準に従って、クロストーク検証を行うべき箇所が被シミュレーション回路として抽出される。そして、シミュレーション実行手段により、抽出された被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションが施されることにより、クロストークの自動検証が可能となる。

【0011】この発明における請求項3記載のクロストーク検証装置においては、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に、第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンの重なり／平行部分の配線間容量が求められ、この配線間容量に基づきクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力信号の立上り時及び立下り時に生じるクロストークノイズの大きさが算出され、算出されたクロストークノイズの大きさが第3の基準値を越えると重なり／平行部分及びその周辺部が被シミュレーション回路として抽出される。

【0012】そして、シミュレーション実行手段により、抽出された被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションが施され、シミュレーション結果クロストークノイズが算出される。その後、第3の抽出手段により、シミュレーション結果クロストークノイズの大きさが第4の基準を越えると、被シミュレーション回路の前記重なり／平行部分がエラー箇所として抽出される。そして、表示手段によりエラー箇所が目視可能に表示されることにより、クロストークの自動検証が可能となる。

【0013】

【実施例】図1はこの発明の第1の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、検証すべきレイアウトパターンを規定するレイアウトパターンデータは、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されている。レイアウトパターンデータは、レイアウトパターンを構成する各図形要素に関し、レイヤ及び座標等の情報を含む。図2は、一例として、レイアウトパターンにおける1つのトランジスタ部分を示す平面図であり、このトランジスタは互いに交差

7

する2つの図形要素51, 52から成っている。レイアウトパターンデータにおいて、これらの図形要素51, 52はそれぞれレイヤ101, 102として規定されるとともに、これらの図形要素51, 52の位置関係は、これらの図形要素51, 52の複数の特定点を示す座標情報により規定される。レイヤ101はトランジスタのソース、ドレイン領域に相当し、レイヤ102はゲート領域に相当する。

【0014】デザインルールファイル12には種々のルールが定義あるいは記述されているが、それらの定義あるいは記述のうちこの実施例に関係のあるものを列挙すれば次のとおりである。

【0015】(i) レイアウトパターンにおけるトランジスタ及び配線の定義

(ii) トランジスタのゲート長L, ゲート幅Wの定義

(iii) トランジスタのソース、ドレイン領域の定義

(iv) 絶縁膜厚、配線膜厚及び絶縁膜の誘電率を指示する記述

(v) 配線間距離の最小値を指示する記述

(vi) トランジスタの寄生容量値、寄生抵抗値の記述

一方、W/L基準値記憶部13には、入力装置14を通じて入力されたトランジスタサイズW/Lの基準値

X_1 , X_2 が記憶されている。図3は、レイアウトパターン中の全トランジスタのサイズW/Lの分布の一例を示すグラフである。クロストークの影響を与え易い低出力インピーダンスのトランジスタは、 $W/L > X_2$ の領域53に含まれる。また、クロストークの影響を受け易い高出力インピーダンスのトランジスタは、 $W/L < X_1$ の領域54に含まれる。すなわち、W/L基準値記憶部13に記憶される基準値 X_1 , X_2 は、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタをレイアウトパターン中の他のトランジスタから区別するための基準となる。

【0016】出力配線パターン抽出部15は、デザインルールファイル12及びW/L基準値記憶部13の内容を参照しつつ、レイアウトパターンデータメモリ11内のレイアウトパターンデータを処理することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンだけを抽出し、そのデータを出力配線パターンファイル16に格納する。

【0017】図4は、出力配線パターン抽出部15を詳細に示すブロック図である。出力配線パターン抽出部15はデータ抽出部151, W/L演算部152及び比較部153より成る。

【0018】データ抽出部151は、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータに対し、デザインルールファイル12内の上記(i)の定義を適用することにより、レイアウトパターン中のトランジスタを識別し、そのトランジスタのパターンの

8

データを抽出してW/L演算部152に与える。例えば定義(i)のトランジスタ定義において、「レイヤ番号101の図形要素とレイヤ番号102の図形要素が重なり合った部分がトランジスタである。」と記述しておくことにより、レイアウトパターン中の図2のトランジスタが識別される。データ抽出部151は、このようにして識別されたトランジスタを構成する図形要素に関するレイヤ、座標のデータをレイアウトパターンデータから抽出してW/L演算部152に与える。

【0019】W/L演算部152は、与えられたデータに対し、デザインルールファイル12内の上記(ii)の定義を適用することにより、トランジスタサイズW/Lを演算する。例えば定義(ii)において、「レイヤ102がレイヤ101を横切る長さがW、レイヤ102がレイヤ101を横切る幅がLである。」と定義しておくことにより、トランジスタのゲート長L、ゲート幅Wが求まる。具体的に言えば、レイヤ101, 102の交点の座標がまず計算され、次にこの交点の座標を用いて、上記定義(ii)にしたがってゲート長Lとゲート幅Wが算出される。そして、ゲート長Lとゲート幅Wの比をとることにより、トランジスタサイズW/Lが最終的に算出される。算出されたトランジスタサイズW/Lは比較部153に与えられる。

【0020】比較部153は、このトランジスタサイズW/Lを、W/L基準値記憶部13に記憶された基準値 X_1 , X_2 と比較する。比較結果は次のいずれかに該当する。

【0021】 C_1 : $W/L > X_2$

C_2 : $X_2 \geq W/L \geq X_1$

C_3 : $W/L < X_1$

この比較結果 $C_1 \sim C_3$ はデータ抽出部151に与えられる。

【0022】データ抽出部151は、比較部153から比較結果 C_2 を受けたとき、先に識別したトランジスタに関する新たなデータの抽出は行わず、レイアウトパターン中の別のトランジスタの識別動作に移る。

【0023】一方、データ抽出部151は、比較部153から比較結果 C_1 あるいは C_3 を受けたとき、先に識別したトランジスタに関する新たなデータ、すなわちそのトランジスタの出力配線パターンの座標データの抽出を行う。出力配線の認識は上記(iii)の定義に基づいて行われる。例えば定義(iii)において、「レイヤ102の両側のレイヤ101の領域がソース、ドレイン領域である。」と記述しておくことにより、図2のトランジスタのソース、ドレイン領域が認識される。こうして認識されるソース、ドレイン領域のうち、電源、GND及びLSIの外部入力端子に接続されていないものすべてが、そのトランジスタの出力端子であると認定される。レイアウトパターンデータにおいて、電源、GND、LSIの外部入力端子等に接続されているレイアウトパタ

9

ーンの領域にはテキストと呼ばれる情報が付加されているので、この情報を参照することによって、上記認識されたソース、ドレイン領域が電源、GND及びLSIの外周入力端子に接続されているか否かを知ることができる。

【0024】そして、データ抽出部151において、出力端子であると認定されたソース、ドレイン領域に接続された配線パターン（すなわち出力配線パターン）の座標データがレイアウトパターンデータから定義(i)の配線定義を適用することにより抽出され、出力配線パターンファイル16に格納される。なお、出力配線パターンファイル16に格納される出力配線パターンの座標データには、それが比較結果C₁に対応するものか（すなわちクロストークの影響を与え易い比較的大きいトランジスタの出力配線か）、または比較結果C₃に対応するものか（すなわちクロストークの影響を受け易い比較的小さいトランジスタの出力配線か）を識別するための付加的なデータが付加される。または、付加的なデータを付加する代りに、単に出力配線パターンファイル16内の格納領域を両者で区別するようにして

もよい。

【0025】図1に戻って、エラー抽出部17は、デザインルールファイル12、電圧基準値記憶部18に格納されたクロストークノイズの電圧基準値の内容を参照しつつ、出力配線パターンファイル16内の出力配線パターンの座標データを処理することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線との重なり／平行部分の配線間容量を求め、この配線間容量に基づきクロストークノイズの大きさを演算し、このクロストークノイズの大きさが電圧基準値以上となる部分を特定し、特定した座標データをエラー情報としてエラーファイル21に与える。

【0026】図5は、エラー抽出部17を詳細に示すブロック図である。エラー抽出部17は、重なり／平行部分識別部171、時定数演算部172、時定数基準値記憶部173、配線間容量演算部174、クロストークノイズ演算部175及び比較部176よりなる。

【0027】重なり／平行部分識別部171は、出力配線パターンファイル16に格納された出力配線パターンの座標データに基づき、図6及び図8に示すように、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57ならびに平行になる部分58を識別するとともに、平行部分58における配線間距離Dを求める。重なり／平行部分識別部171はまた、デザインルールファイル12の上記定義(v)の記述を参照し、配線間距離Dが定義(v)によって指示された最小値近傍の平行部分58だけを有効な平行部分58とみなす。そして、重なり／平行部分識別部171は、重なり

10

部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データを出力負荷演算部172に与える。なお、図7は図6のA-A線に沿った断面図、図9は図8のB-B線に沿った断面図である。

【0028】時定数演算部172は、重なり／平行部分識別部171を介して得たデザインルールファイル12内の定義(vi)の記述を参照して、重なり／平行部分識別部171より抽出された、重なり／平行部分を有し、かつクロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量C_nを演算する。そして、演算した出力負荷容量C_nに基づき、下式に従い、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数τを求める。

$$【0029】\tau = R_{tr} \cdot C_n \cdots (I)$$

なお、R_{tr}はトランジスタのオン抵抗であり、オン抵抗R_{tr}はデザインルールファイル12を参照して、トランジスタサイズW/Lを求めることにより容易に算出することができる。なお、トランジスタの出力配線における時定数τとは、トランジスタの出力配線に現れる出力電圧の立ち上がりまたは立ち下がり急峻さを示す値であり、時定数τの値が小さい程、電圧の立ち上がりあるいは立ち下がりが急峻となり、クロストークの影響を与え易い。

【0030】時定数演算部172は、時定数基準値記憶部173にあらかじめ格納された時定数基準値と、(I)式で求めた時定数τとを比較し、時定数基準値より小さい時定数τを有するトランジスタの出力配線の重なり／平行部分の座標データを抽出して配線間容量演算部174に与える。なお、時定数基準値記憶部173への時定数基準値の格納は、入力装置14を介して使用者が設定してもよい。

【0031】配線間容量演算部174は、時定数演算部172より得た座標データから、重なり部分の面積Sを算出し（図6参照）、この面積Sに基づき重なり部分の容量C_{P1}を(II)式に従い算出する。同時に、配線間容量演算部174は、時定数演算部172より得た座標データから平行部分の有効長さl（図8参照）及び有効な平行部分58における配線間距離D（図9参照）を用いて、平行部分の容量C_{P2}を(III)式に従い算出する。

$$【0032】C_{P1} = \varepsilon S / T_1 \cdots (II)$$

$$C_{P2} = \varepsilon T_2 l / D \cdots (III)$$

なお、(II)式において、T₁は重なり部分57における重複する配線55、56間の絶縁膜59の膜厚（図6及び図7参照）であり、(III)式において、T₂は平行位置関係にある配線55、56間の絶縁膜59の膜厚（図9参照）である。このように、配線間容量演算部174は、重なり部分及び有効な平行部分の配線間容量値を演算して、この容量値をクロストークノイズ演算部175に与える。

【0033】クロストーク演算部175は、クロストー

11

クの影響を与え易いトランジスタの出力配線において、立ち上がり時に生じるクロストークノイズの最大値 V_r と、立ち下がり時に生じるクロストークノイズの最大値 V_f とを求めて、比較部176に与える。これらのクロストークノイズの最大値 V_r 及び V_f は下式にて表される。

【0034】

$$V_r = V_{DD} (C_{INT} / (C_{INT} + C_{n+1})) \cdots (IV)$$

$$V_f = V_{DD} (C_{n+1} / (C_{INT} + C_{n+1})) \cdots (V)$$

ここで、 V_{DD} は電源電圧、 C_{INT} は配線間容量、 C_{n+1} はクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線に接続されるトランジスタのゲート容量である。このゲート容量は、構成部171、172及び174を介して得たデザインルールファイル12内の定義(vi)を参照することにより容易に得ることができる。

【0035】図10及び図11は、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線におけるクロストークノイズを演算するための模式回路図であり、図10は電圧の立ち上がり時の模式回路図、図11は電圧の立ち下がり時の模式回路図である。

【0036】図10の回路図において、出力電圧が、0から V_{DD} に立ち上がった時、 $Q = CV$ の関係式により、 $C_{INT} \cdot V_{DD} = (C_{INT} + C_{n+1}) \cdot V_r \cdots (VI)$ が得られる。したがって、(VI)式から(IV)式を導くことができる。

【0037】図11の回路図において、出力電圧が、 V_{DD} から0に立ち下がった時、同様に、 $C_{n+1} \cdot V_{DD} = (C_{n+1} + C_{INT}) \cdot V_f \cdots (VII)$ が得られる。したがって、(VII)式から(V)式を導くことができる。

【0038】電圧基準値記憶部18には、入力装置14から、クロストークノイズの基準値があらかじめ記憶されている。比較部176は、クロストークノイズ演算部175で求められたクロストークノイズの最大値 V_r 及び V_f それぞれが、電圧基準値記憶部18に記憶された基準値よりも大きいかどうかの比較を行い、大きいときにはエラー信号を重なり／平行部分識別部171に与える。すなわち、この場合にはクロストークが生じる危険性が高い。重なり／平行部分識別部171は、このエラー信号に応答して、先に求めた重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データをエラーファイル19に出力する。

【0039】表示装置20は、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータ及びエラーファイル19に格納された座標データを受け、エラー箇所が図12や図13に示すように視覚的に容易に認識可能に強調されたレイアウトパターンを表示する。

【0040】図14は、図1に示すクロストーク検証装置の機能を記憶装置及びCPUを含む周知のコンピュー

12

タを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。処理手順のプログラムは記憶装置に記憶される。CPUはこのプログラムにしたがって動作することにより、抽出部15、17の機能を実現する。記憶装置はまた、メモリ11、ファイル12、16、19及び記憶部13、18、173として働く。

【0041】まず、ステップS1で、入力装置14を用いて、W/L基準値及び電圧基準値をそれぞれW/L基準値記憶部13及び電圧基準値記憶部18に格納しておく。

【0042】そして、ステップS2で、デザインルールファイル12内の定義(i)の記述を参照することにより、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンに対し、レイアウトパターン中のトランジスタ識別し、そのトランジスタのパターンデータを抽出する。

【0043】次に、ステップS3で、抽出したトランジスタのパターンデータに対しデザインルールファイル12内の定義(ii)を適用することにより、トランジスタサイズW/Lを演算し、続くステップS4で、そのトランジスタサイズW/LをW/L基準電圧記憶部13に記憶された基準値と比較することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタとを識別する。

【0044】しかる後、ステップS5で、レイアウトパターンメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータから、クロストーク影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンの座標データを抽出する。抽出された座標データは、それがクロストークの影響を受け易いトランジスタに関するものかを識別可能に、出力配線パターンファイル16内に蓄積される。

【0045】ステップS6では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56が重なる部分57(図6参照)並びに平行になる部分58(図8参照)を識別する。平行部分58については、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された最小値が所定範囲内のものだけを有効とする。

【0046】次に、ステップS7で、重なり部分57(図6参照)並びに平行部分58(図9参照)を出力配線にもつ、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量を演算する。そして、演算した出力負荷容量から(I)式を適用して、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ を求め、時定数基準値格納部173に格納された時定数基準値より小さい時定数を有するトランジスタの出力配線の重なり／平行部分の座標データのみを抽出する。

【0047】ステップS8で、ステップS7で抽出され

た重なり／平行部分の配線間容量を (II) 式あるいは (II') 式に従い演算する。なお、重なり部分や平行部分が複数存在する場合は、それぞれについて配線間容量を演算した後、その総和を求める。

【0048】そして、ステップS9で、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線におよぼされる立ち上がり時及び立ち下がり時におけるクロストークノイズ最大値を (IV) 式及び (V) 式に従い演算する。

【0049】次に、ステップS10で、ステップS9で得たクロストークノイズ最大値と、電圧基準値格納部18に格納された電圧基準値とを比較し、その比較結果に基づき、クロストークノイズ最大値が電圧基準値を越えるとエラー箇所と判定し、ステップS11で、エラー箇所（すなわち、重なり部分57（図6参照）及び有効な平行部分58（図8参照））の座標データを抽出する。抽出された座標データはエラーファイル19内に蓄積される。

【0050】そして、最後にステップS12で、エラーファイル19に格納された座標データに基づき、表示装置20よりエラー箇所をレイアウトパターン上に表示する。

【0051】このように、第1の実施例のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ に基づき、クロストーク発生危険性の高いトランジスタを絞り込み、絞り込まれたトランジスタの出力配線間容量を求め、この出力配線間容量に基づき算出されるクロストークノイズを検証することにより、クロストーク発生危険箇所の有無を正確に検証することができる。

【0052】図15はこの発明の第2の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。なお、第2の実施例の構成が、図1で示した第1の実施例の構成と異なるのは、被シミュレーション回路抽出部21、回路シミュレーション実行部22及びその周辺部との接続関係のみであるため、以下、これらの点について説明し、他の構成部は第1の実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0053】被シミュレーション回路抽出部21はデザインルールファイル12の内容を参照しつつ、出力配線パターンファイル16内の出力配線パターンの座標データを処理することにより、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線と重なり／平行部分及びその周辺の出力配線パターンの等価回路を被シミュレーション回路として抽出し、回路シミュレーション実行部22に与える。

【0054】図16は、被シミュレーション回路抽出部21を詳細に示すブロック図である。被シミュレーション回路抽出部21は、重なり／平行部分抽出部211、時定数基準値記憶部212、時定数演算部213、配線間容量演算部214及び等価回路抽出部215よりな

る。

【0055】重なり／平行部分識別部211は、第1の実施例における重なり／平行部分識別部171と同様に、出力配線パターンファイル16に格納された出力配線パターンの座標データに基づき、図6及び図8に示すように、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57ならびに平行になる部分58を識別するとともに、平行部分58における配線間距離Dを求める。重なり／平行部分識別部211はまた、デザインルールファイル12の定義(v)の記述を参照し、配線間距離Dが定義(v)によって指示された最小値近傍の平行部分58だけを有効な平行部分58とみなす。そして、重なり／平行部分識別部211は、重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データを時定数演算部213に与える。

【0056】時定数演算部213は、重なり／平行部分識別部211を介して得たデザインルールファイル12の定義(vi)の記述を参照して、重なり／平行部分識別部211より抽出された、重なり／平行部分を有するクロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量 C_n を演算する。そして、演算した出力負荷容量 C_n を利用して、(I)式に基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ を求める。

【0057】そして、時定数演算部213は、時定数基準値記憶部212にあらかじめ格納された時定数基準値と、(I)式で求めた時定数 τ とを比較し、時定数基準値より小さい時定数 τ を有するトランジスタの出力配線の重なり／平行部分の座標データを抽出して配線間容量演算部214に与える。なお、第1の実施例同様、時定数基準値記憶部212への時定数基準値の格納は、入力装置14を介して使用者が設定してもよい。

【0058】配線間容量演算部214は、第1の実施例の配線間容量演算部174と同様、時定数演算部212より抽出された座標データから、重なり部分の面積Sを算出し（図6参照）、この面積Sに基づき重なり部分の容量 C_{P1} を (II) 式に従い算出する。同時に、配線間容量演算部214は、時定数演算部213より得た座標データより得た座標データから平行部分の有効長さl（図8参照）及び有効な平行部分58における配線間距離D（図9参照）を用いて、平行部分の容量 C_{P2} を (III) 式に従い算出する。

【0059】等価回路抽出部215は、デザインルールファイル12を参照するとともに、時定数演算部213より抽出された重なり／平行部分及びその周辺のレイアウトパターンの等価回路を被シミュレーション回路として抽出し、回路シミュレーション実行部22に与える。なお、重なり／平行部分及びその周辺のレイアウトパターンの等価回路とは、最小限、重なり／平行部分を有す

15

るクロストークの影響を受け易いトランジスタ及びクロストークの影響を与え易いトランジスタ、これらのトランジスタの出力配線に接続されるすべての素子を含んだ回路を示す。

【0060】回路シミュレーション実行部22は、等価回路抽出部215で抽出された被シミュレーション回路を取り込み、配線間容量演算部214より得た配線間容量を参照し、被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行し、クロストークノイズの波形を得ることにより、クロストーク検証を行う。

【0061】図17は、図15に示すクロストーク検証装置の機能を記憶装置及びCPUを含む周知のコンピュータを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。処理手順のプログラムは記憶装置に記憶される。CPUはこのプログラムにしたがって動作することにより、抽出部15、21の機能を実現する。記憶装置はまた、メモリ11、ファイル12、16及び記憶部13、212として働く。

【0062】まず、ステップS21で、入力装置14を用いて、W/L基準値及び電圧基準値をそれぞれW/L基準値記憶部13及び電圧基準値記憶部18に格納しておく。

【0063】そして、ステップS22で、デザインルールファイル12内の定義(i)の記述を参照することにより、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンに対し、レイアウトパターン中のトランジスタを識別し、そのトランジスタのパターンデータを抽出する。

【0064】次に、ステップS23で、抽出したトランジスタのパターンデータに対しデザインルールファイル12内の定義(ii)を適用することにより、トランジスタサイズW/Lを演算し、続くステップS24で、そのトランジスタサイズW/LをW/L基準電圧記憶部13に記憶された基準値と比較することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタとを識別する。

【0065】しかる後、ステップS25で、レイアウトパターンメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータから、クロストーク影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンの座標データを抽出する。抽出された座標データは、それがクロストークの影響を受け易いトランジスタに関するものかを識別可能に、出力配線パターンファイル16内に蓄積される。

【0066】ステップS26では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57(図6参照)並びに平行になる部分58(図8参照)を識別する。平行部分58について

16

は、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された最小値が所定範囲内のものだけを有効とする。

【0067】次に、ステップS27で、重なり部分57(図6参照)並びに平行部分58(図9参照)を出力配線にもつ、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量を演算する。そして、演算した出力負荷容量から(I)式を適用して、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ を求め、時定数基準値格納部212に格納された時定数基準値より小さい時定数を有するトランジスタの出力配線の重なり/平行部分の座標データを抽出する。

【0068】ステップS28で、ステップS27で抽出された重なり/平行部分の配線間容量を(II)式あるいは(III)式に従い演算する。なお、重なり部分や平行部分が複数存在する場合は、それぞれについて配線間容量を演算した後、その総和を求める。

【0069】次に、ステップS29で、ステップS27で抽出された重なり/平行部分及びその周辺のレイアウトパターンの等価回路を被シミュレーション回路として抽出する。この際、等価回路を抽出するための情報はデザインルールファイル12内に格納されている。

【0070】そして、ステップS30で、ステップS29で得た等価回路をシミュレーション対象として、ステップS28で得た配線間容量を参照しつつ、回路シミュレーションを実行することにより、クロストークの波形を得る。

【0071】このように、第2の実施例のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ により、クロストーク発生危険性の高いトランジスタを絞り込み、絞り込まれたトランジスタのクロストークノイズを回路シミュレーションを実行して検証することにより、クロストーク発生危険箇所の有無を正確に検証することができる。

【0072】図18はこの発明の第3の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。なお、第3の実施例の構成は、図1で示した第1の実施例の構成と異なるのは、被シミュレーション回路抽出部21'、回路シミュレーション実行部22、エラー抽出部31及びその周辺部との接続関係のみであるため、以下、これらの点について説明する。なお、他の構成部は第1の実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0073】被シミュレーション回路抽出部21'は、デザインルールファイル12の内容を参照しつつ、出力配線パターンファイル16内の出力配線パターンの座標データを処理することにより、内部で第1のクロストークエラー検証を行う。そして、第1のクロストークエラー検証でクロストークエラーと判定した、重なり/平行部分及びその周辺のレイアウトパターンにおける等価回路を被シミュレーション回路として抽出して、回路シミュレーションを実行する。

17

ュレーション実行部22に出力する。

【0074】図19は、被シミュレーション回路抽出部21'を詳細に示すブロック図である。被シミュレーション回路抽出部21'は、重なり／平行部分抽出部311、時定数基準値記憶部312、時定数演算部313、配線間容量演算部314、クロストークノイズ演算部315、比較部316及び等価回路抽出部317よりなる。

【0075】重なり／平行部分識別部311は、第1の実施例における重なり／平行部分識別部171と同様に、出力配線パターンファイル16に格納された出力配線パターンの座標データに基づき、図6及び図8に示すように、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57ならびに平行になる部分58を識別するとともに、平行部分58における配線間距離Dを求める。重なり／平行部分識別部311はまた、デザインルールファイル12の定義(v)の記述を参照し、配線間距離Dが定義(v)によって指示された最小値近傍の平行部分58だけを有効な平行部分58とみなす。そして、重なり／平行部分識別部311は、重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データを時定数演算部313に与える。

【0076】時定数演算部313は、重なり／平行部分識別部311を介して得たデザインルールファイル12の定義(vi)の記述を参照して、重なり／平行部分を有するクロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量 C_n を演算する。そして、演算した出力負荷容量 C_n を利用して、(I)式に基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ を求める。

【0077】そして、時定数演算部313は、時定数基準値記憶部312にあらかじめ格納された時定数基準値と、(I)式で求めた時定数 τ とを比較し、時定数基準値より小さい時定数 τ を有する、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線の重なり／平行部分の座標データを抽出して配線間容量演算部314に与える。なお、第1及び第2の実施例同様、時定数基準値記憶部312への時定数基準値の格納は、入力装置14を介して使用者が設定してもよい。

【0078】配線間容量演算部314は、第1の実施例の配線間容量演算部174と同様、時定数演算部312より抽出された座標データから、重なり部分の面積Sを算出し(図6参照)、この面積Sに基づき重なり部分の容量C_{P1}を(II)式に従い算出する。同時に、配線間容量演算部314は、時定数演算部313より得た座標データより得た座標データから平行部分の有効長さl(図8参照)及び有効な平行部分58における配線間距離D(図9参照)を用いて、平行部分の容量C_{P2}を(III)

18

式に従い算出する。

【0079】クロストーク演算部315は、第1の実施例のクロストーク演算部175と同様、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線において、電圧の立ち上がり時に生じるクロストークノイズの最大値 V_r と、立ち下がり時に生じるクロストークノイズの最大値 V_f とを比較部316に与える。

【0080】電圧基準記憶部18には、入力装置14から、クロストークノイズの電圧基準値があらかじめ記憶されている。比較部316は、クロストーク演算部315で求められたクロストークノイズの最大値 V_r 及び V_f それぞれが、電圧基準値記憶部18に記憶された基準値よりも大きいかどうかの比較を行い、大きいときにはエラー信号を等価回路抽出部317に与える。

【0081】等価回路抽出部317は、デザインルールファイル12を参照するとともに、比較部316より得たエラー信号に基づき、クロストークエラーと判定された、クロストーク影響の受け易いトランジスタ、その出力配線及び出力配線を入力とした素子並びに上記出力配線と重なり／平行部分を有するクロストーク影響を与え易いトランジスタ、その出力配線及び出力配線を入力とした素子からなるレイアウトパターンを最小限含む構成の等価回路を被シミュレーション回路として抽出し、回路シミュレーション実行部22に与える。

【0082】回路シミュレーション実行部22は、等価回路抽出部317で抽出された被シミュレーション回路を取り込み、被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行し、シミュレーション結果(としての)クロストークノイズ電圧値をエラー抽出部3に与える。

【0083】エラー抽出部31は、シミュレーション結果クロストークノイズ電圧値と、あらかじめ入力装置14より入力され、電圧基準値格納部18に格納された電圧基準値とを比較することにより第2のクロストーク検証を行い、シミュレーション結果クロストークノイズ電圧値が電圧基準値を越える場合にエラーとして、その部分の座標データをエラーファイル19'に格納する。

【0084】表示装置20は、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータ及びエラーファイル19'に格納された座標データを受け、エラー箇所が図12や図13に示すように視覚的に容易に認識可能に強調されたレイアウトパターンを表示する。

【0085】図20は、図18に示すクロストーク検証装置の機能を記憶装置及びCPUを含む周知のコンピュータを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。処理手順のプログラムは記憶装置に記憶される。CPUはこのプログラムにしたがって動作することにより、抽出部15、21'及び31の機能を実現する。記憶装置はまた、メモリ11、ファイル12、1

19

6、19'及び記憶部13、18、312として働く。
 【0086】まず、ステップS31で、入力装置14を用いて、W/L基準値及び電圧基準値をそれぞれW/L基準値記憶部13及び電圧基準値記憶部18に格納しておく。

【0087】そして、ステップS32で、デザインルールファイル12内の定義(i)の記述を参照することにより、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されたレイアウトパターンに対し、レイアウトパターン中のトランジスタを識別し、そのトランジスタのパターンデータ 10を抽出する。

【0088】次に、ステップS33で、抽出したトランジスタのパターンデータに対しデザインルールファイル12内の定義(ii)を適用することにより、トランジスタサイズW/Lを演算し、続くステップS34で、そのトランジスタサイズW/LをW/L基準電圧記憶部13に記憶された基準値と比較することにより、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタとを識別する。

【0089】しかる後、ステップS35で、レイアウト 20パターンメモリ11に格納されたレイアウトパターンデータから、クロストーク影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンの座標データを抽出する。抽出された座標データは、それがクロストークの影響を受け易いトランジスタに関するものかを識別可能に、出力配線パターンファイル16内に蓄積される。

【0090】ステップS36では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57(図6参照)並びに平行になる部分58(図8参照)を識別する。平行部分58については、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された最小値が所定範囲内のものだけを有効とする。

【0091】次に、ステップS37で、重なり部分57(図6参照)並びに平行部分58(図9参照)を出力配線にもつ、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力負荷容量を演算する。そして、演算した出力負荷容量から(I)式を適用して、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ を求め、時定数基準値格納部312に格納された時定数基準値より小さい時定数を有するトランジスタの出力配線の重なり/平行部分の座標データを抽出する。

【0092】ステップS38で、ステップS37で抽出された重なり/平行部分の配線間容量を(II)式あるいは(III)式に従い演算する。なお、重なり部分や平行部分が複数存在する場合は、それぞれについて配線間容量を演算した後、その総和を求める。

20

【0093】そして、ステップS39で、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線におよぼされる立ち上がり時及び立ち下がり時におけるクロストークノイズを(IV)式及び(V)式に従い演算する。

【0094】次に、ステップS40で、ステップS39で得たクロストークノイズと、電圧基準値格納部18に格納された電圧基準値とを比較し、その比較結果に基づき、第1のクロストーク検証を行う。

【0095】そして、ステップS41で、ステップS40でクロストークエラーと判定された、クロストーク影響の受け易いトランジスタ、その出力配線及びこの出力配線を入力とした素子並びに上記出力配線と重なり/平行部分を有するクロストーク影響を与え易いトランジスタ、その出力配線及び出力配線を入力とした素子からなるレイアウトパターンを最小限含む構成の等価回路を被シミュレーション回路として抽出する。

【0096】ステップS42で、ステップS41で得た被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションを実行して、クロストークノイズ電圧値を求め、ステップS43で、該クロストークノイズ電圧値と、あらかじめ入力装置14より入力され、電圧基準値格納部18に格納された電圧基準値とを比較し、第2のクロストーク検証を行い、クロストークノイズ電圧値が電圧基準値を越える場合にエラーとして、その部分の座標データをエラーファイル19'に格納する。

【0097】最後に、ステップS44で、エラーファイル19'に格納された座標データに基づき、表示装置20よりエラー箇所をレイアウトパターン上に表示する。

【0098】このように、第3の実施例のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの時定数 τ により、クロストーク発生危険性の高いトランジスタを絞り込み、絞り込まれたトランジスタの重なり/平行部分の配線間容量に基づき第1のクロストーク検証を行い、さらに回路シミュレーションを実行することにより第2のクロストーク検証を行うため、クロストーク発生危険箇所の有無をより正確に検証することができる。

【0099】なお、第3の実施例では、第1及び第2のクロストーク検証の際、電圧基準値記憶部18に格納された同一の電圧基準値を共通に用いたが、これに限定されず、別々の電圧基準値を用いることも考えられる。

【0100】なお、第2の実施例のクロストーク検証装置(図15参照)では、回路シミュレーション実行部22によるシミュレーション結果であるクロストーク波形を表示装置20に表示することにより、クロストーク検証を行ったが、第3の実施例のように、さらに、エラー抽出部31に相当する手段を設け、この手段により、回路シミュレーション実行部22によるシミュレーション結果として得られたクロストークノイズと電圧基準値との比較結果に基づく第2のクロストーク検証を行って

21

もよい。

【0101】逆に、第3の実施例のクロストーク検証装置(図18参照)で、第2の実施例のように、回路シミュレーション22によるシミュレーション結果であるクロストーク波形を直接に表示装置20に表示することにより、クロストーク検証を行うように構成してもよい。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、この発明による請求項1記載のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に、第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンの重なり/平行部分の配線間容量が求められ、この配線間容量に基づきクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力信号の立上り時及び立下り時に生じるクロストークノイズの大きさが算出され、算出されたクロストークノイズの大きさが第3の基準値を越えるとエラー箇所として抽出される。そして、表示手段によりエラー箇所が目視可能に表示されるようにしている。したがって、クロストークの自動検証が可能となり、集積回路の規模がさらに拡大しあるいはさらに微細化してもクロストークの正確な検証が可能になるという効果がある。

【0103】また、この発明による請求項2記載のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に、第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンから、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線を有するクロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数が求められ、この時定数に基づき所定の基準に従って、クロストーク検証を行うべき箇所が被シミュレーション回路として抽出される。そして、シミュレーション実行手段により、抽出された被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションが施されるようにしている。したがって、クロストークの自動検証が可能となり、集積回路の規模がさらに拡大しあるいはさらに微細化してもクロストークの正確な検証が可能になるという効果がある。

【0104】さらに、この発明による請求項3記載のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線パターンとクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線パターンとが第1の抽出手段によりレイアウトパターンデータから抽出され、次に第2の抽出手段により、それらの出力配線パターンの重なり/平行部分の配線間容量が求められ、この配線間容量に基づきクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力信号の立上り時及び立下り時に生じ

22

るクロストークノイズの大きさが算出され、算出されたクロストークノイズの大きさが第3の基準値を越えると重なり/平行部分及びその周辺部のレイアウトパターンの等価回路が被シミュレーション回路として抽出される。

【0105】そして、シミュレーション実行手段により、抽出された被シミュレーション回路に対し回路シミュレーションが施され、シミュレーション結果クロストークノイズが算出される。その後、第3の抽出手段により、シミュレーション結果クロストークノイズの大きさが第4の基準を越えると、被シミュレーション回路の重なり/平行部分がエラー箇所として抽出される。そして、表示手段によりエラー箇所が目視可能に表示されるようにしている。したがって、クロストークの自動検証が可能となり、集積回路の規模がさらに拡大しあるいはさらに微細化してもクロストークの正確な検証が可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。

【図2】レイアウトパターンにおける1つのトランジスタ部分を示す平面図である。

【図3】レイアウトパターン中の全トランジスタのサイズの分布の一例を示すグラフである。

【図4】第1の実施例の出力配線パターン抽出部の詳細を示すブロック図である。

【図5】第1の実施例のエラー抽出部の詳細を示すブロック図である。

【図6】出力配線の重なり部分を示す平面図である。

【図7】図6のA-A線に沿った断面図である。

【図8】出力配線の平行部分を示す平面図である。

【図9】図8のB-B線に沿った断面図である。

【図10】クロストークノイズ演算用の模式回路図である。

【図11】クロストークノイズ演算用の模式回路図である。

【図12】レイアウトパターン上のエラー表示の一例を示す図である。

【図13】レイアウトパターン上のエラー表示の一例を示す図である。

【図14】第1の実施例のクロストーク検証装置の機能をコンピュータを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図15】この発明の第2の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。

【図16】第2の実施例の被シミュレーション回路抽出部の詳細を示すブロック図である。

【図17】第2の実施例のクロストーク検証装置の機能をコンピュータを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。

23

【図18】この発明の第3の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。

【図19】第3の実施例の被シミュレーション回路抽出部の詳細を示すブロック図である。

【図20】第3の実施例のクロストーク検証装置の機能をコンピュータを用いて実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

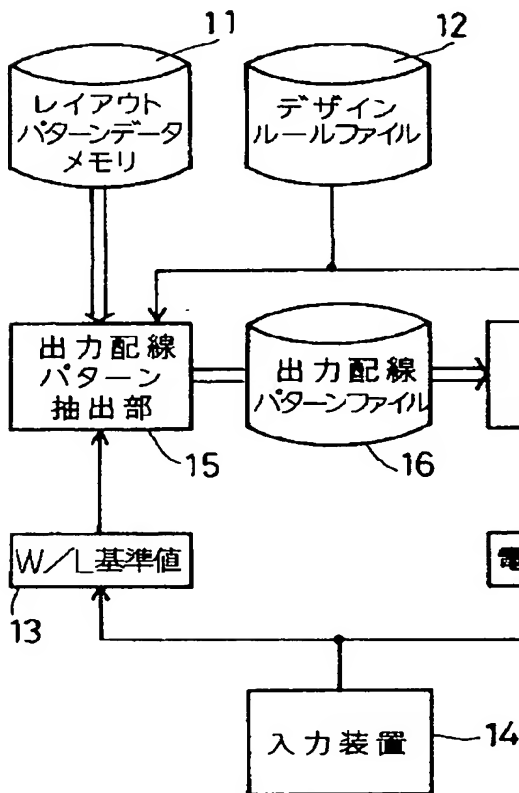
- 11 レイアウトパターンデータメモリ
12 デザインルールファイル
13 W/L基準値記憶部
14 入力装置

24

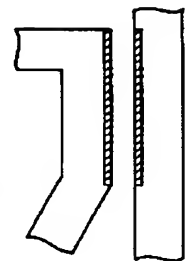
- * 15 出力配線パターン抽出部
16 出力配線パターンファイル
17 エラー抽出部
18 電圧基準値記憶部
19 エラーファイル
19' エラーファイル
20 表示装置
21 被シミュレーション回路抽出部
21' 被シミュレーション回路抽出部
10 22 回路シミュレーション実行部
31 エラー抽出部

*

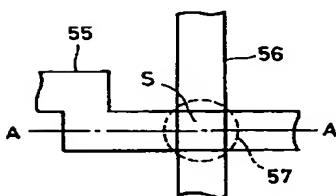
【図1】



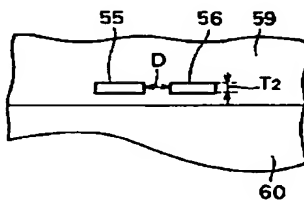
【図13】



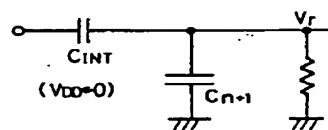
【図6】



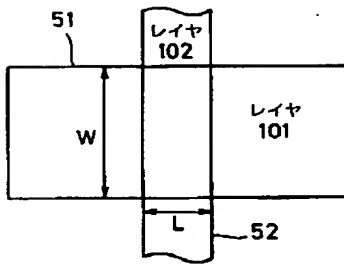
【図9】



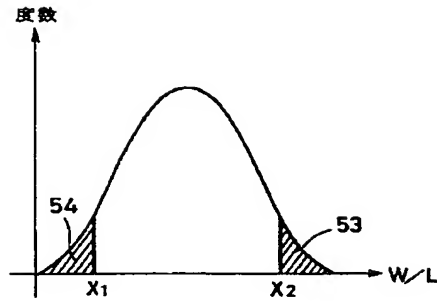
【図10】



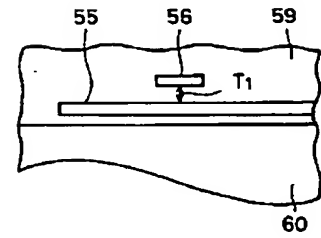
【図2】



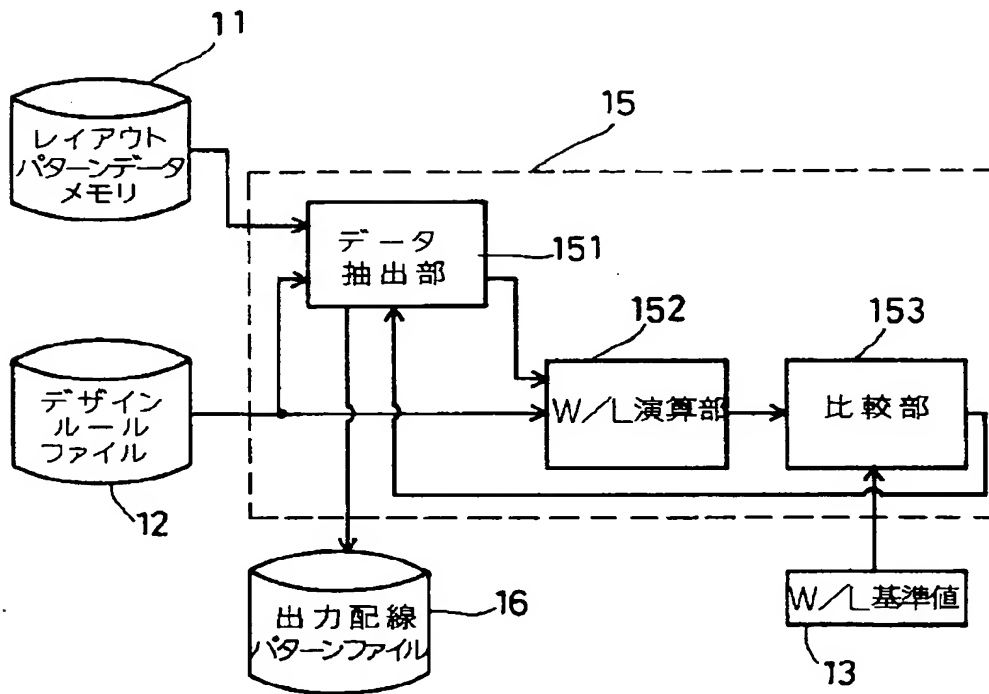
【図3】



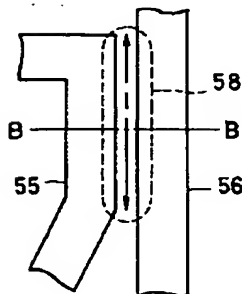
【図7】



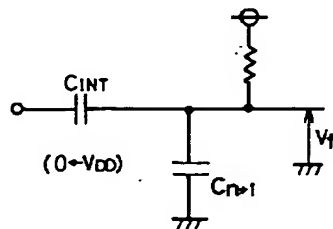
【図4】



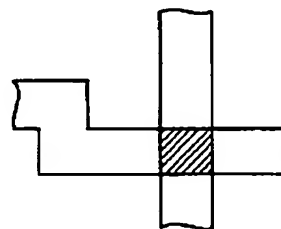
【図8】



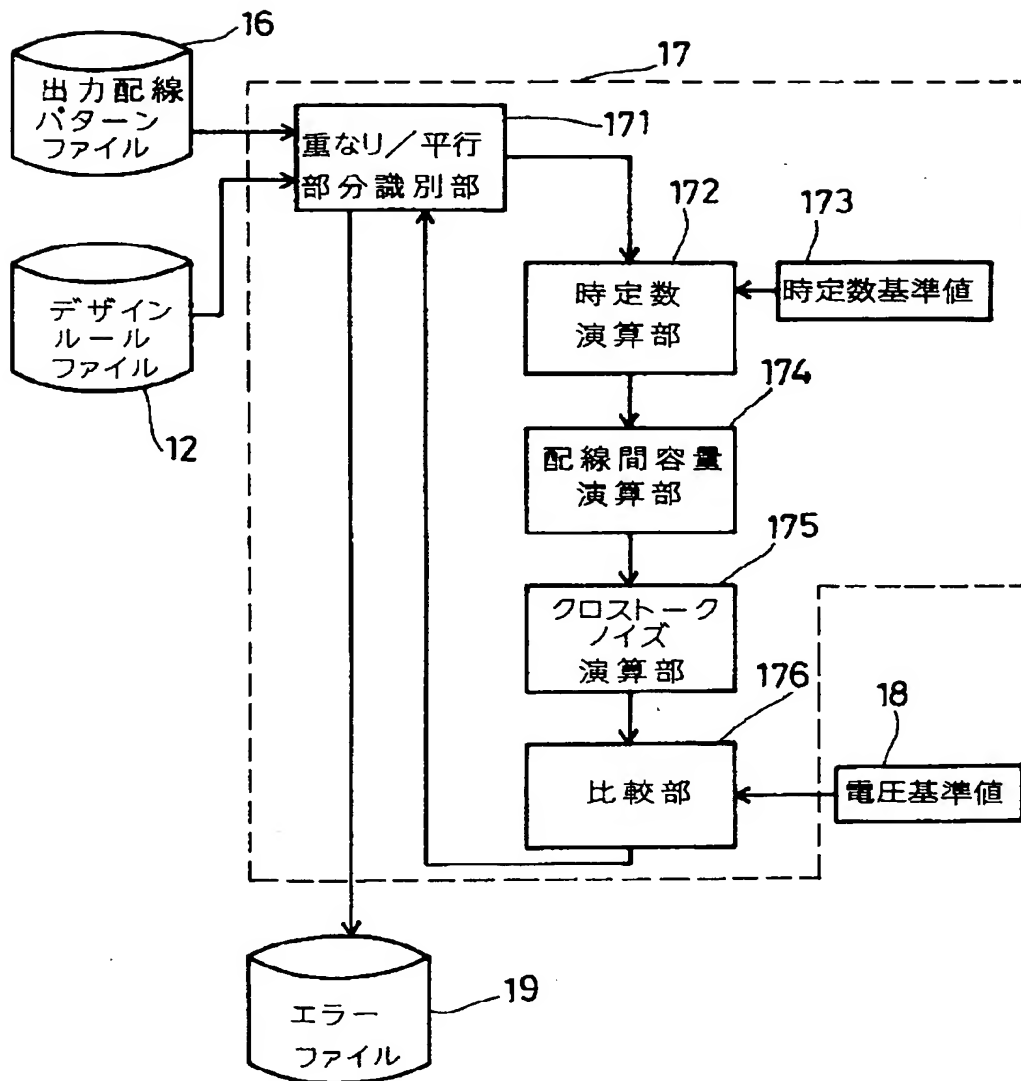
【図11】



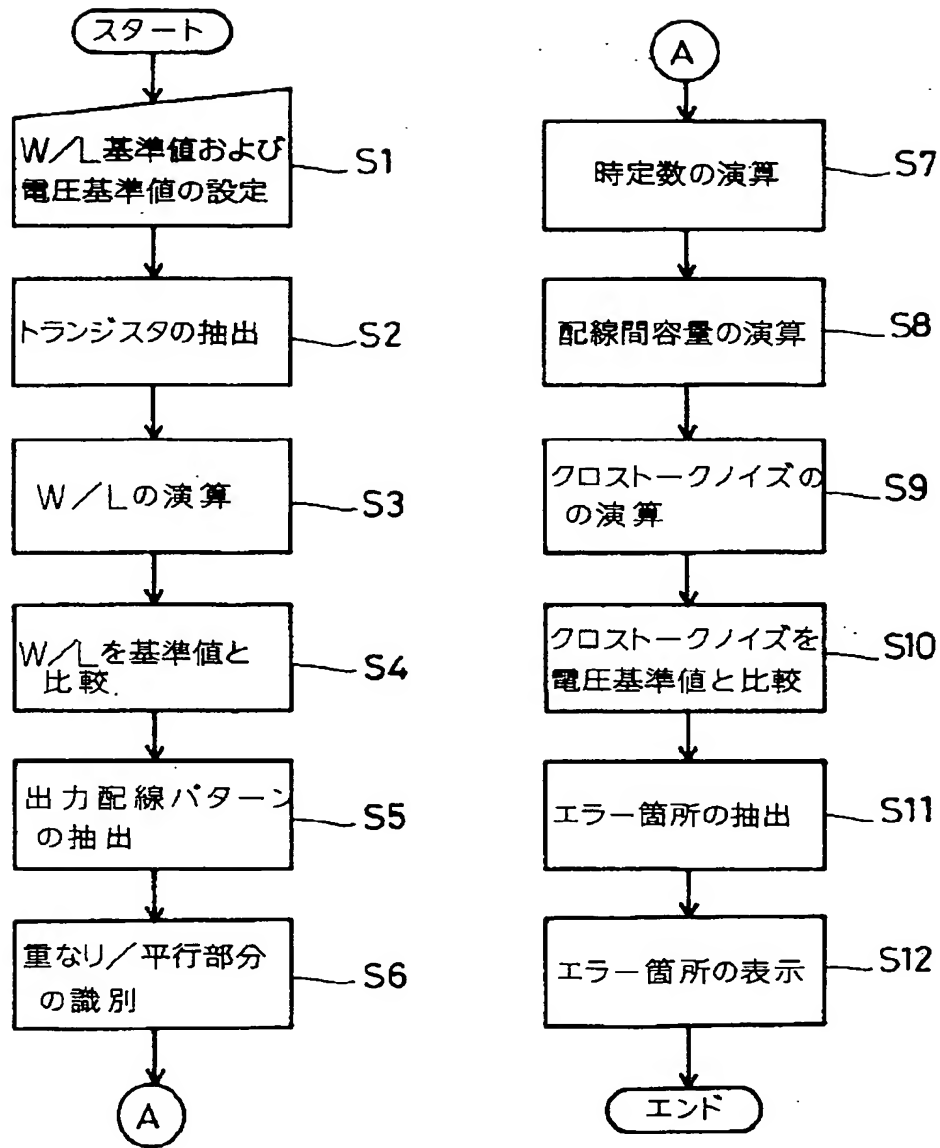
【図12】



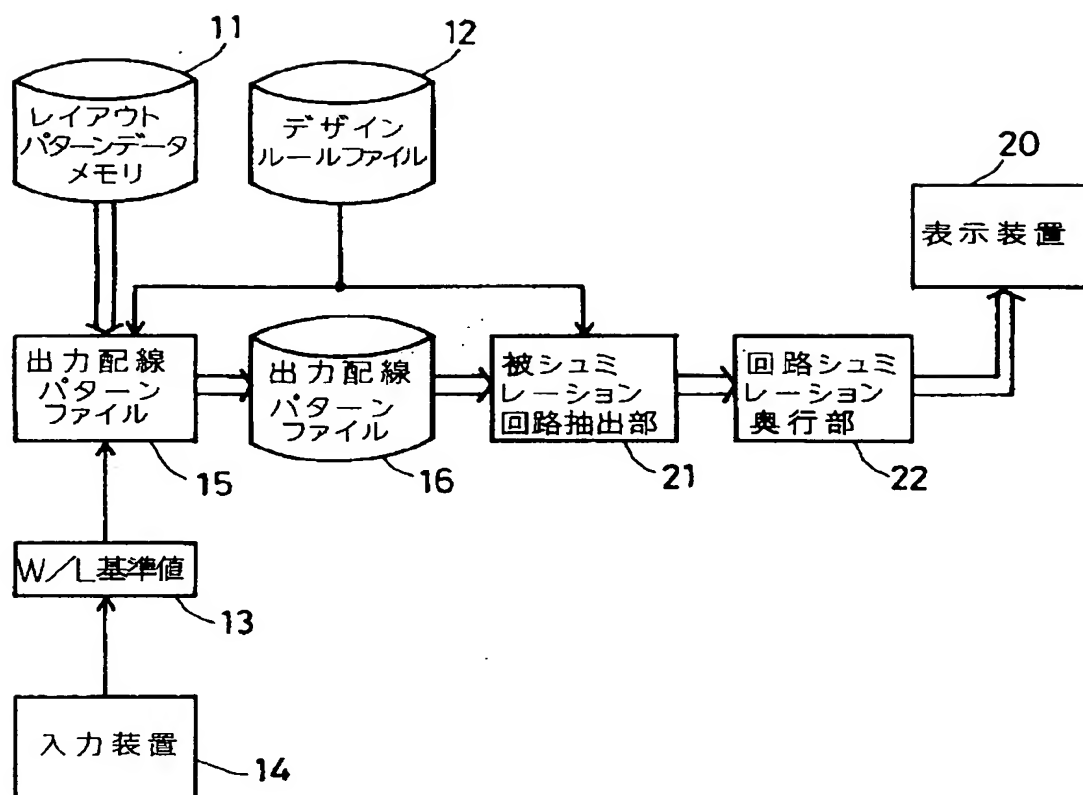
【図5】



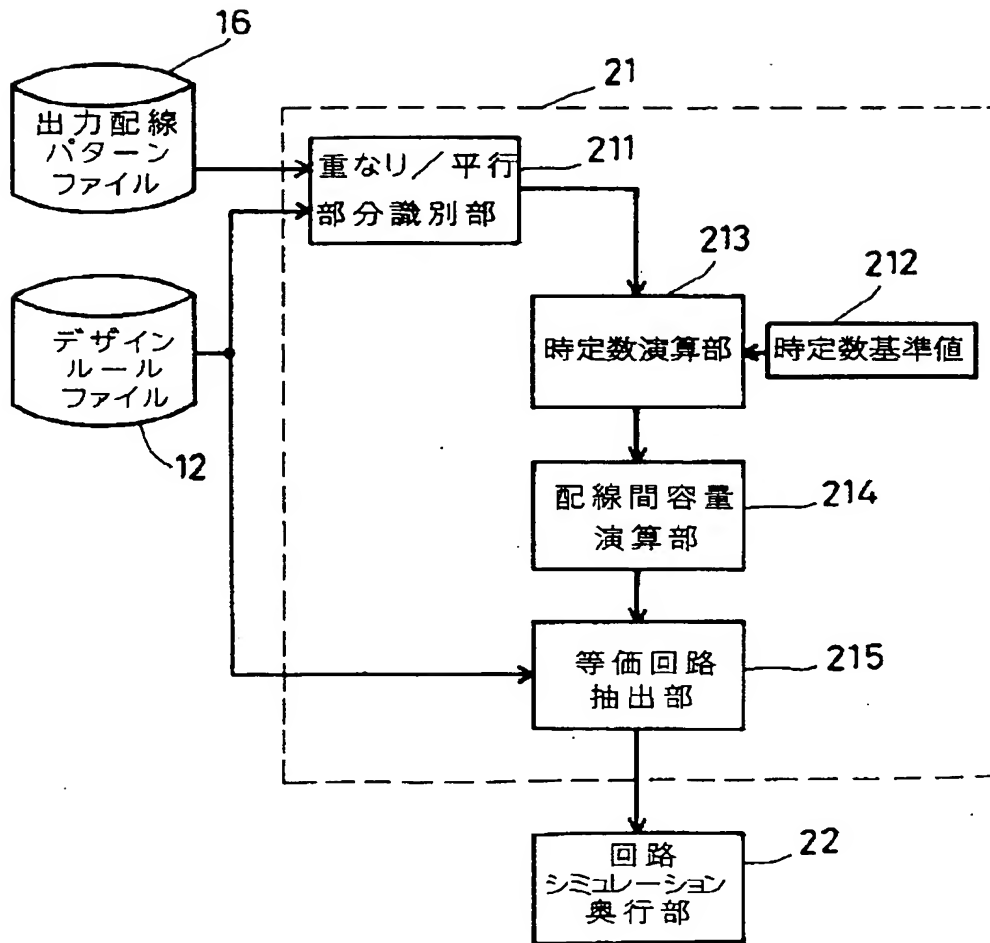
【図14】



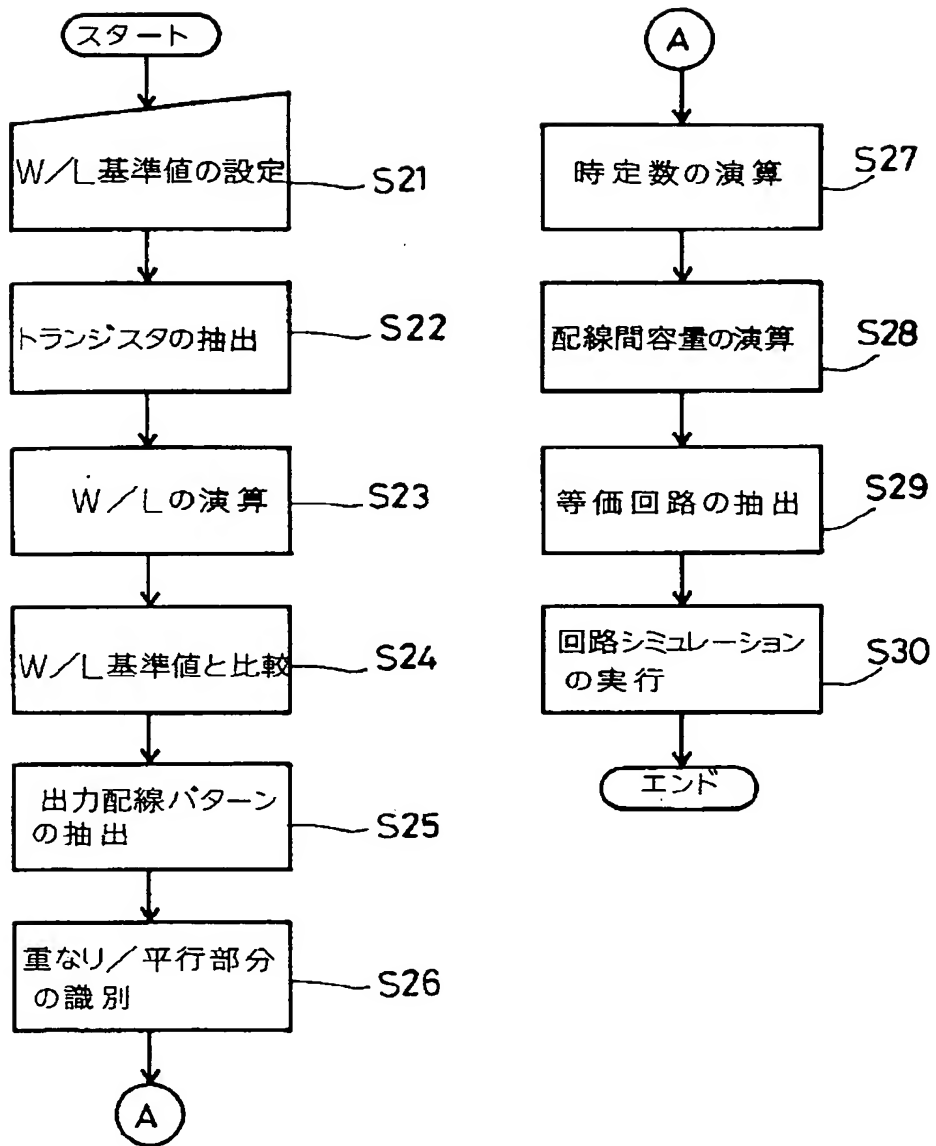
【図15】



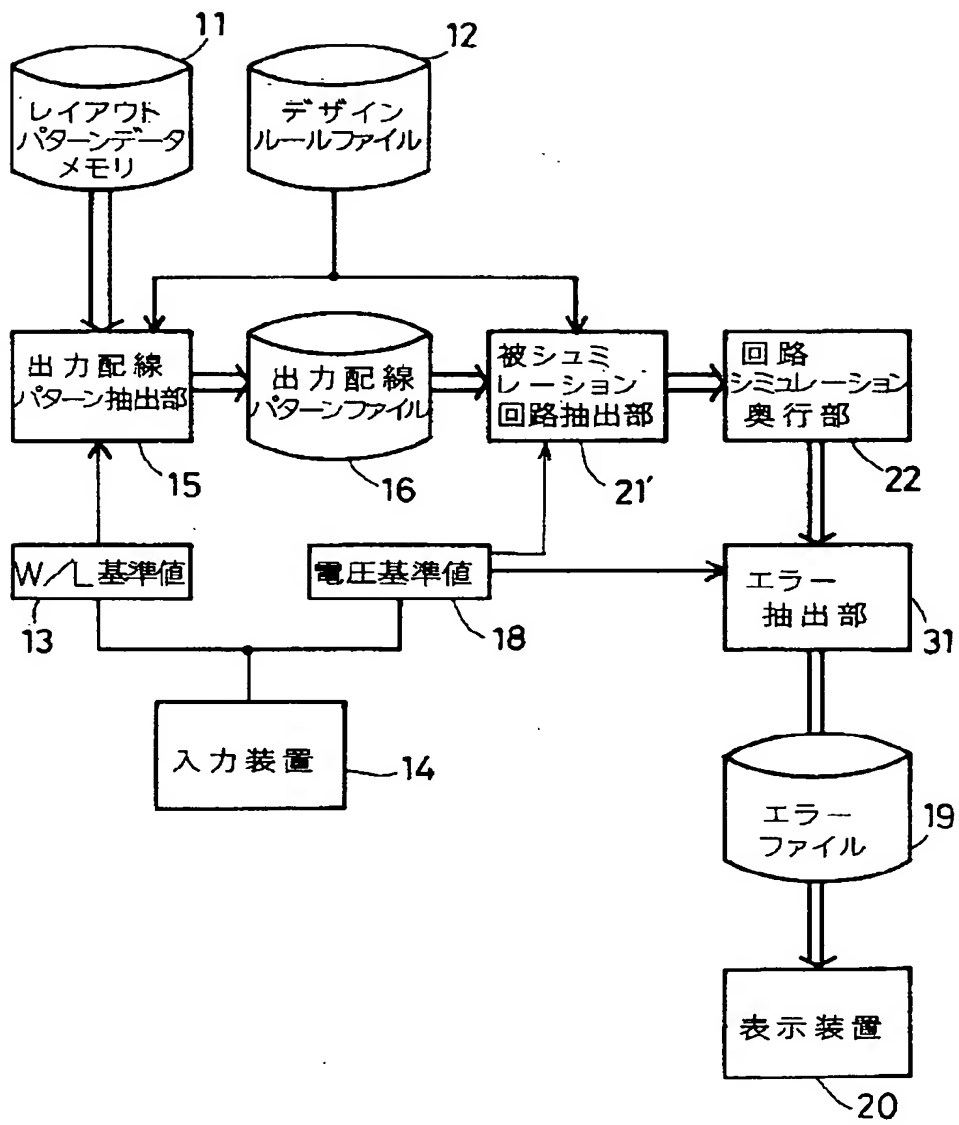
【図16】



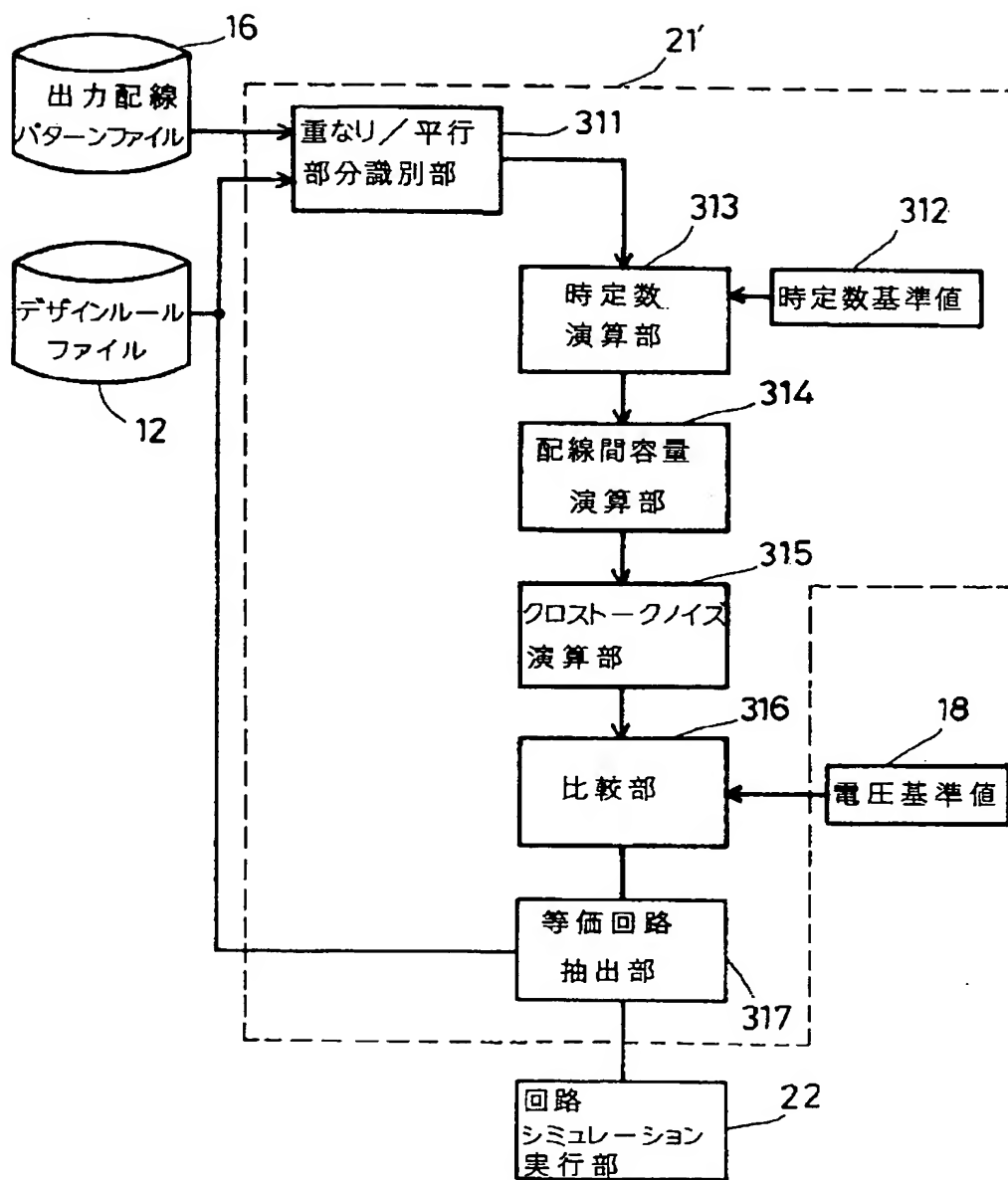
【図17】



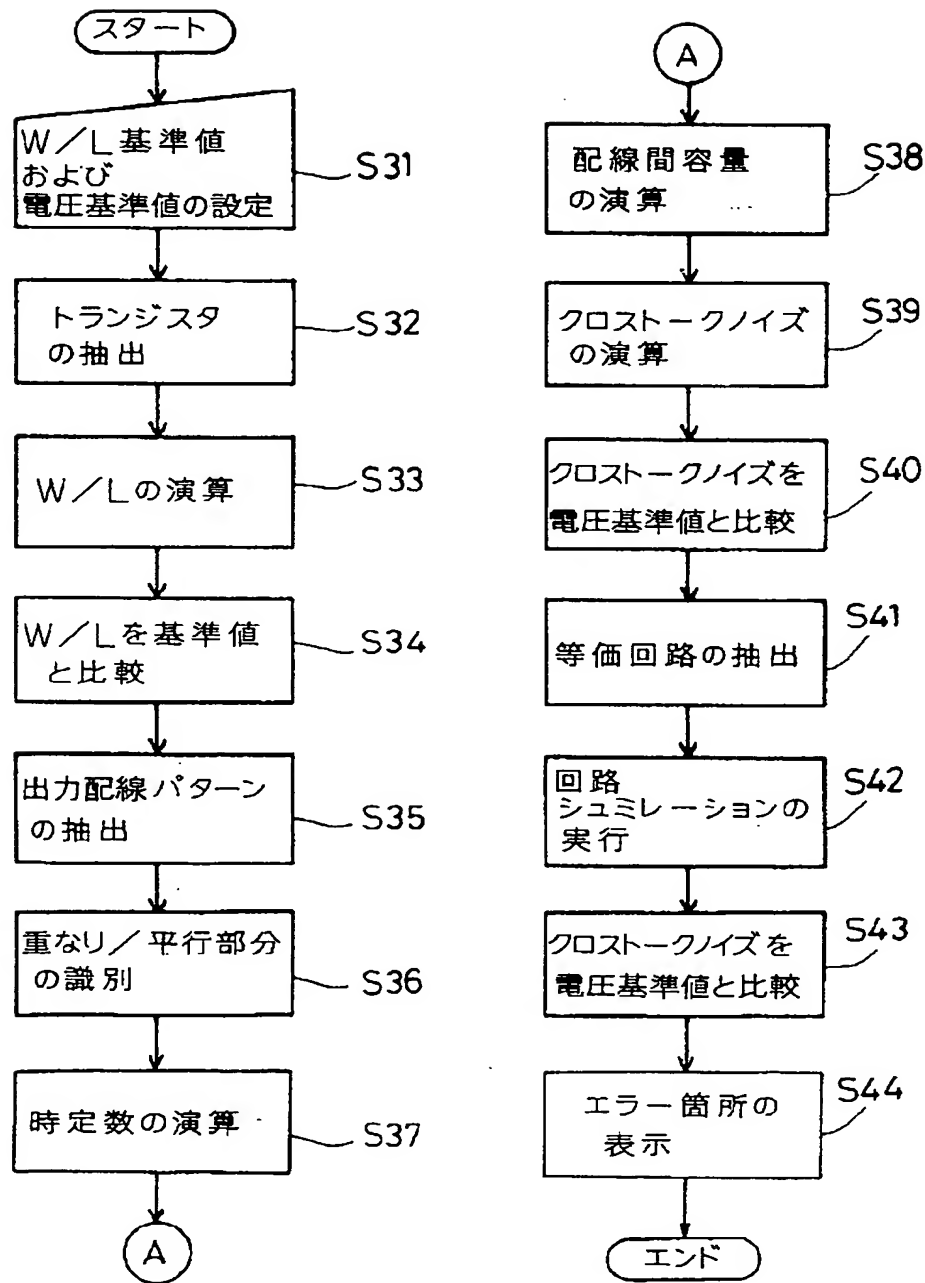
【図18】



【図19】



【図20】



【手続補正書】

【提出日】平成4年10月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

【実施例】図1はこの発明の第1の実施例であるクロストーク検証装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、検証すべきレイアウトパターンを規定する

レイアウトパターンデータは、レイアウトパターンデータメモリ11に格納されている。レイアウトパターンデータは、レイアウトパターンを構成する各図形要素に関し、レイヤ及び座標等の情報を含む。図2は、一例として、レイアウトパターンにおける1つのトランジスタ部分を示す平面図であり、このトランジスタは互いに交差する2つの図形要素51、52から成っている。レイアウトパターンデータにおいて、これらの図形要素51、52はそれぞれレイヤ101、102として規定されるとともに、これらの図形要素51、52の位置関係は、これらの図形要素51、52の複数の特定点を示す座標情報により規定される。レイヤ101はトランジスタのソース、ドレイン領域作成用パターンに相当し、レイヤ102はゲート領域作成用パターンに相当する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】(i) レイアウトパターンにおけるトランジスタ及び配線の定義
 (ii) トランジスタのゲート長L、ゲート幅Wの定義
 (iii) トランジスタのソース、ドレイン領域の定義
 (iv) 絶縁膜厚、配線膜厚及び絶縁膜の誘電率を指示する記述
 (v) 配線間距離を指示する記述
 (vi) トランジスタの寄生容量値、寄生抵抗値の記述
 一方、W/L基準値記憶部13には、入力装置14を通じて入力されたトランジスタサイズW/Lの基準値 X_1 、 X_2 が記憶されている。図3は、レイアウトパターン中の全トランジスタのサイズW/Lの分布の一例を示すグラフである。クロストークの影響を与え易い低出力インピーダンスのトランジスタは、 $W/L > X_2$ の領域53に含まれる。また、クロストークの影響を受け易い高出力インピーダンスのトランジスタは、 $W/L < X_1$ の領域54に含まれる。すなわち、W/L基準値記憶部13に記憶される基準値 X_1 、 X_2 は、クロストークの影響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタをレイアウトパターン中の他のトランジスタから区別するための基準となる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】配線間容量演算部174は、時定数演算部172より得た座標データから、重なり部分の面積Sを算出し（図6参照）、この面積Sに基づき重なり部分の容量CP1を(II)式に従い算出する。同時に、配線間容量演算部174は、時定数演算部172より得た座標デ

ータから平行部分の有効長さl（図8参照）及び有効な平行部分58における配線間距離D（図9参照）を用いて、平行部分の容量CP2を算出の一例式である(III)式に従い算出する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】 $CP1 = \epsilon S / T_1 \dots (II)$

$CP2 = \epsilon T_2 l / D \dots (III)$

なお、(II)式において、 T_1 は重なり部分57における重複する配線55、56間の絶縁膜59の膜厚（図6及び図7参照）であり、(III)式において、 T_2 は平行位置関係にある配線55、56間の配線膜59の膜厚（図9参照）である。このように、配線間容量演算部174は、重なり部分及び有効な平行部分の配線間容量値を演算して、この容量値をクロストークノイズ演算部175に与える。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】クロストーク演算部175は、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線の、立ち上がり時に生じるクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線におけるクロストークノイズの最大値 V_r と、前者の出力配線の立ち下がり時に生じる後者の出力配線におけるクロストークノイズの最大値 V_f とを求めて、比較部176に与える。これらのクロストークノイズの最大値 V_r 及び最小値 V_f は算出の一例式である下式にて表される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】

$V_r = V_{DD} (C_{INT} / (C_{INT} + C_{n+1})) \dots (IV)$

$V_f = V_{DD} (C_{n+1} / (C_{INT} + C_{n+1})) \dots (V)$

ここで、 V_{DD} は電源電圧、 C_{INT} は配線間容量、 C_{n+1} はクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線に接続されるトランジスタのドレイン容量である。このドレイン容量は、構成部171、172及び174を介して得たデザインルールファイル12内の定義(vi)を参照することにより容易に得ることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】図10及び図11は、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線からのクロストークノイズを演算するための模式回路図であり、図10は電圧の立ち上がり時の模式回路図、図11は電圧の立ち下がり時の模式回路図である。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】電圧基準値記憶部18には、入力装置14から、クロストークノイズの基準値があらかじめ記憶されている。比較部176は、クロストークノイズ演算部175で求められたクロストークノイズの最大値 V_r 及び最小値 V_l それぞれが、電圧基準値記憶部18に記憶された基準値よりも大きいかどうかの比較を行い、その結果のエラー信号を重なり／平行部分識別部171に与える。すなわち、基準値を越えた場合にはクロストークが生じる危険性が高い。重なり／平行部分識別部171は、このエラー信号に応答して、先に求めた重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データをエラーファイル19に出力する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】ステップS6では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56が重なる部分57（図6参照）並びに平行になる部分58（図8参照）を識別する。平行部分58については、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された所定範囲内のものだけを有効とする。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】そして、ステップS9で、クロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線におよぼされる立ち上がり時及び立ち下がり時におけるクロストークノイズをそれぞれ最大値を(IV)式、最小値を(V)式に従い演算する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】次に、ステップS10で、ステップS9で得たクロストークノイズの最大値および最小値と、電圧基準値格納部18に格納された電圧基準値とを比較し、その比較結果に基づき、クロストークノイズが電圧基準値を越えるとエラー箇所と判定し、ステップS11で、エラー箇所（すなわち、重なり部分57（図6参照）及び有効な平行部分58（図8参照））の座標データを抽出する。抽出された座標データはエラーファイル19内に蓄積される。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】重なり／平行部分識別部211は、第1の実施例における重なり／平行部分識別部171と同様に、出力配線パターンファイル16に格納された出力配線パターンの座標データに基づき、図6及び図8に示すように、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57ならびに平行になる部分58を識別するとともに、平行部分58における配線間距離Dを求める。重なり／平行部分識別部211はまた、デザインルールファイル12の定義(v)の記述を参照し、配線間距離Dが定義(v)によって指示された平行部分58だけを有効な平行部分58とみなす。そして、重なり／平行部分識別部211は、重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データを特定数演算部213に与える。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正内容】

【0062】まず、ステップS21で、入力装置14を用いて、W/L基準値及び電圧基準値をそれぞれW/L基準値記憶部13に格納しておく。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】次に、ステップS23で、抽出したトランジスタのパターンデータに対しデザインルールファイル12内の定義(ii)を適用することにより、トランジスタサイズW/Lを演算し、続くステップS24で、そのトランジスタサイズW/LをW/L基準記憶部13に記憶された基準値と比較することにより、クロストークの影

響を与え易いトランジスタとクロストークの影響を受け易いトランジスタとを識別する。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】ステップS26では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57（図6参照）並びに平行になる部分58（図8参照）を識別する。平行部分58については、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された所定範囲内のものだけを有効とする。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】このように、第2の実施例のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線における時定数 τ により、クロストーク発生危険性の高いトランジスタを絞り込み、絞り込まれたトランジスタのクロストークノイズを回路シミュレーションを実行して検証することにより、クロストーク発生危険箇所の有無を効率的に検証することができる。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正内容】

【0075】重なり／平行部分識別部311は、第1の実施例における重なり／平行部分識別部171と同様に、出力配線パターンファイル16に格納された出力配線パターンの座標データに基づき、図6及び図8に示すように、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57ならびに平行になる部分58を識別するとともに、平行部分58における配線間距離Dを求める。重なり／平行部分識別部311はまた、デザインルールファイル12の定義(v)の記述を参照し、配線間距離Dが定義(v)によって指示された平行部分58だけを有効な平行部分58とみなす。そして、重なり／平行部分識別部311は、重なり部分57及び有効な平行部分58を特定するための座標データを時定数演算部313に与える。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正内容】

【0079】クロストーク演算部315は、第1の実施例のクロストーク演算部175と同様、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線の、電圧の立ち上がり時にクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線に生じるクロストークノイズの最大値 V_r と、前者出力配線の立ち下がり時に後者の出力配線に生じるクロストークノイズの最小値 V_f とを比較部316に与える。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正内容】

【0080】電圧基準記憶部18には、入力装置14から、クロストークノイズの電圧基準値があらかじめ記憶されている。比較部316は、クロストーク演算部315で求められたクロストークノイズの最大値 V_r 及び最小値 V_f それぞれが、電圧基準記憶部18に記憶された基準値との比較を行い、基準値を越えたときにはエラー信号を等価回路抽出部317に与える。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正内容】

【0090】ステップS36では、出力配線パターンファイル16に蓄積された座標データに基づき、クロストークの影響を与え易いトランジスタの出力配線55とクロストークの影響を受け易いトランジスタの出力配線56とが重なる部分57（図6参照）並びに平行になる部分58（図8参照）を識別する。平行部分58については、配線間距離Dがデザインルール12内の定義(v)に記述された所定範囲内のものだけを有効とする。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0098

【補正方法】変更

【補正内容】

【0098】このように、第3の実施例のクロストーク検証装置によれば、クロストークの影響を与え易いトランジスタの時定数 τ により、クロストーク発生危険性の高いトランジスタを絞り込み、絞り込まれたトランジスタの重なり／平行部分の配線間容量に基づき第1のクロストーク検証を行い、さらに回路シミュレーションを実行することにより第2のクロストーク検証を行うため、クロストーク発生危険箇所の有無をより効率的に検証することができる。

【手続補正 2 2】

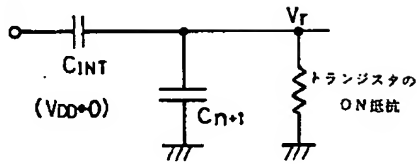
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 1 0】

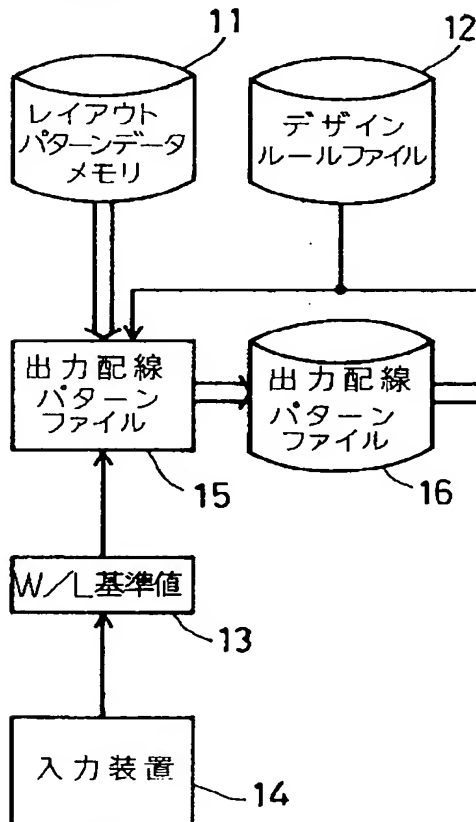


【手続補正 2 3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 1

【補正方法】変更



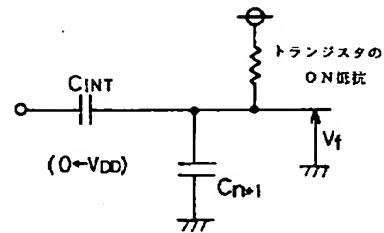
【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 6

【補正内容】

【図 1 1】



【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 5

【補正方法】変更

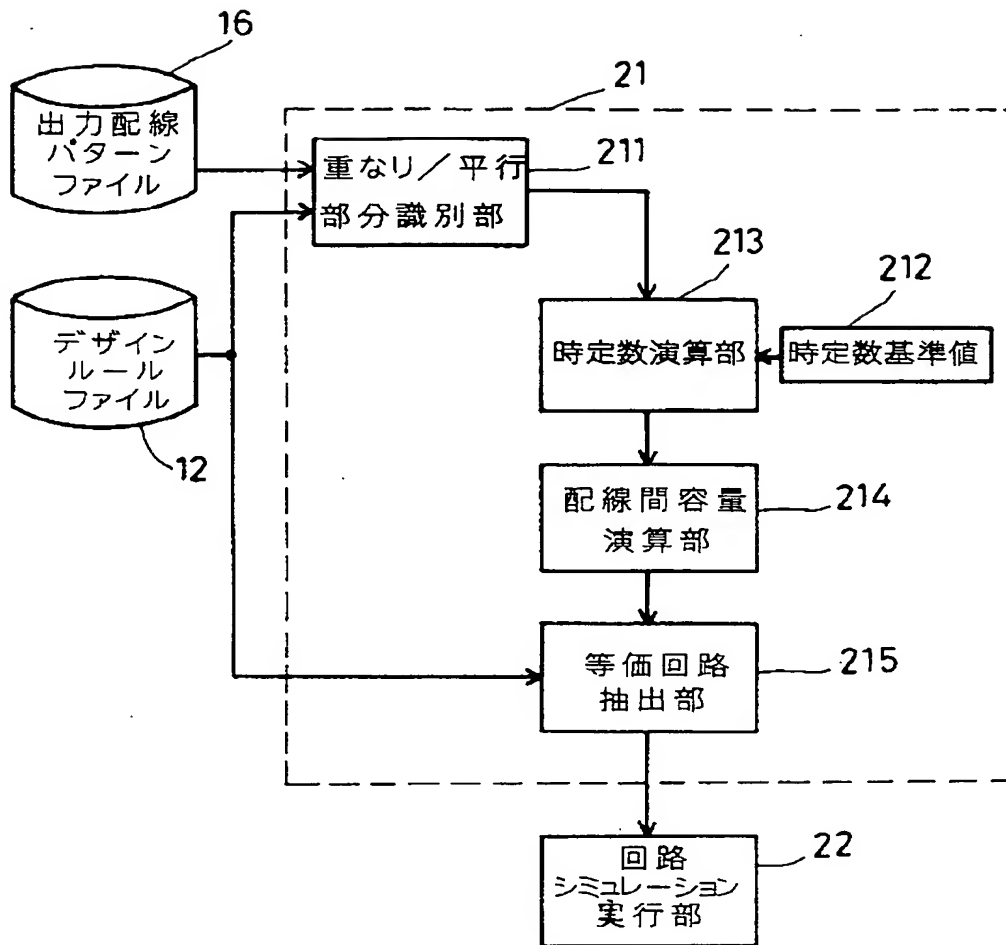
【補正内容】

【図 1 5】

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 1 6】



【手続補正26】

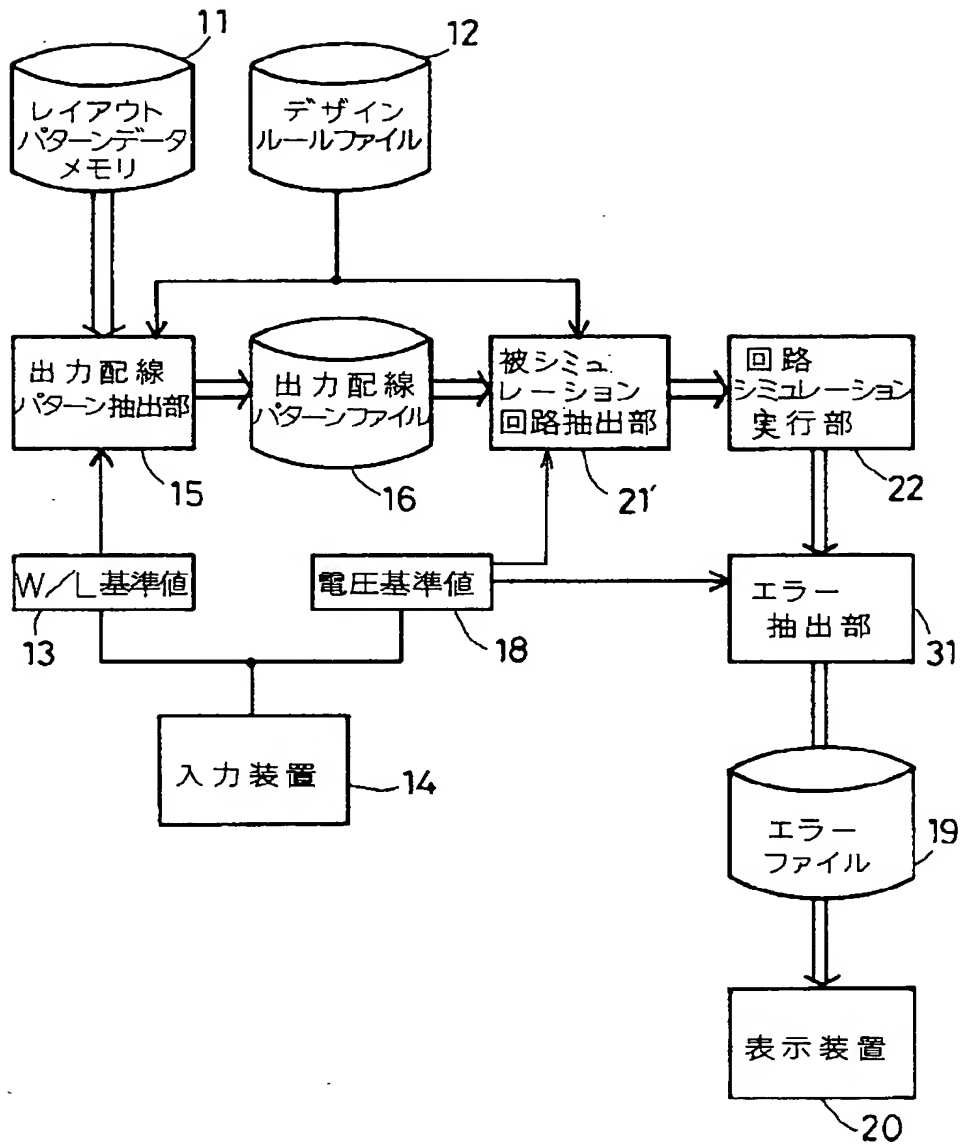
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図18

【補正方法】変更

【補正内容】

【図18】



【手続補正27】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図20

【補正方法】変更

【補正内容】

【図20】

